

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini diperlukan dasar-dasar argumentasi ilmiah yang diperlukan dalam penelitian yang berhubungan dengan konsep-konsep yang diperlukan dalam penelitian dan dipakai dalam analisis. Berikut ini merupakan referensi yang didapatkan dari berbagai pustaka yang berhubungan dengan metode dan konsep yang digunakan dalam penelitian.

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan suatu penelitian tentu tidak dapat terlepas dari adanya referensi yang digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan penelitian tersebut. Referensi tersebut tentunya berasal dari penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan objek penelitian yang dilakukan maupun dengan metode penelitian yang digunakan. Dalam penelitian untuk mengetahui kombinasi faktor dan level faktor yang optimal dalam tujuan meningkatkan kualitas batik cap ini digunakan beberapa referensi mengenai penelitian terdahulu yang membahas metode yang serupa digunakan namun objeknya berbeda. Referensi ini digunakan sebagai pembanding terhadap penelitian yang hendak dilakukan.

Penelitian yang pertama oleh Zulfah, Luthfianto, dan Nurwildani (2013) yaitu mengenai penerapan metode *taguchi* untuk meningkatkan kualitas kain tenun. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental murni yang mengidentifikasi karakteristik kualitas dengan metode *taguchi* yang terdiri dari 4 faktor terkendali dengan masing-masing memiliki 3 level. Faktor kendali terdiri dari bahan pewarnaan, waktu penjemuran, waktu pencelupan dan waktu pencucian. Selanjutnya ditetapkan *setting level optimal* dari faktor-faktor yang berpengaruh pada desain produk kain tenun pemalang.

Penelitian yang kedua oleh Luthfianto, Siswiyanti dan Farid (2014) yaitu penerapan *setting level optimal* dengan menggunakan metode *taguchi* pada proses batik tulis. Karena berdasarkan survei, masih terdapat produk yang mengalami cacat seperti warna yang tidak sama antar satu batik dengan batik lainnya, kekuatan kain yang mudah robek sehingga dikembalikan kepada pengrajin karena kualitasnya kurang bagus. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental murni dengan metode *taguchi* yang terdiri dari 4 faktor terkendali dengan masing-masing faktor memiliki 2 level. Selanjutnya dilakukan uji ketahanan luntur warna terhadap sabun, gosokan kain, kekuatan tarik, dan mulur kain.

Penelitian ketiga yaitu oleh Rizky, Setyanto dan Andriani (2018) mengenai perbaikan kualitas pada batik tulis Malang dengan menggunakan metode *taguchi*. Penelitian ini dilakukan agar batik tulis tidak mengalami kelunturan saat dilakukan pencucian serta dapat meningkatkan kualitas batik tulis. Terdapat 4 faktor kontrol dengan masing-masing 2 level yang digunakan pada penelitian ini. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan luntur warna batik tulis terhadap cucian yaitu jenis kain, jenis zat pewarna, jenis bahan pengunci, dan komposisi bahan campuran pengunci.

Penelitian keempat oleh Wawolumaja & Lindawati (2011) mengenai penentuan *setting* mesin dengan metode *taguchi* untuk menghasilkan produk kain *polyester* yang baik. Ketidaktepatan dalam proses *heat setting* menyebabkan penyimpangan gramasi dari target sehingga mengakibatkan kriteria *handling* (pegangan) yang diinginkan konsumen tidak sesuai sehingga sering terjadi kegagalan pada proses pembuatan kain *polyester*. Pada penelitian ini dilakukan *setting level optimal* pada faktor dan level faktor yang dapat menurunkan penyimpangan gramasi. Terdapat 7 faktor kontrol yaitu *pinning roll*, *speed*, *plastikure*, lebar, *blower*, *feed roll*, dan *over feed*. Selanjutnya setelah dilakukan percobaan konfirmasi dilakukan perhitungan tingkat kerugian yang diperoleh.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini

No	Peneliti	Metode Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Zulfah dkk (2013)	Metode <i>Taguchi</i> (ANOVA, <i>S/N Ratio</i>)	Menetapkan <i>level optimal</i> dari faktor-faktor yang berpengaruh pada desain produk kain tenun pemalang sehingga dapat meningkatkan kualitas produk.	Dari hasil ANOVA dan S/N Rasio memberikan hasil yang sama yaitu $F_{hitung} > F_{tabel}$ berarti bahwa semua faktor signifikan terhadap berat kain per M (gr). Faktor yang berpengaruh yaitu jenis pewarnaan, waktu penjemuran, waktu pencelupan, dan waktu pencucian.
2.	Luthfianto dkk (2014)	<i>Taguchi</i> (ANOVA, <i>S/N Ratio</i>)	Memperbaiki dan meningkatkan kualitas produk batik tulis sehingga mempunyai kualitas dan sesuai dengan harapan konsumen.	<i>Setting level optimal</i> sebagai dasar peningkatan kualitas produk batik tulis adalah kain batik menggunakan mori primissima kupu, pewarnaan dengan naftol, pencelupan selama 50 menit dan pelilinan dengan suhu 70°C. Peningkatan kualitas batik tulis dari pengujian ketahanan luntur warna terhadap sabun, kekuatan tarik dan ketahanan luntur warna terhadap gosokan masing-masing sebesar 8%, 5.03%, dan 17,33%.

No	Peneliti	Metode Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
3.	Rizky dkk (2018)	<i>Taguchi</i> (ANOVA, <i>S/N Ratio</i>)	Untuk mengidentifikasi faktor kontrol yang mempengaruhi kualitas batik tulis dan <i>setting level</i> optimal untuk memperbaiki kualitas batik tulis agar tidak luntur.	Hasil kombinasi faktor dan level faktor yang optimal kualitas ketahanan luntur batik terhadap pencucian adalah jenis kain rayon, jenis zat pewarna polkatif, jenis bahan pengunci <i>waterglass</i> + <i>rodicool</i> , dan komposisi bahan campuran pengunci 1:1.
4.	Wawolumaja & Lindawati (2011)	<i>Taguchi</i> (ANOVA, <i>S/N Ratio</i>)	Menentukan parameter mesin yang terbaik untuk mengurangi kerugian yang disebabkan oleh penurunan gramasi.	Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA, faktor dan level faktor yang berpengaruh dan optimal dalam menghasilkan gramasi yang mendekati target yaitu <i>pinning roll</i> sebesar 5%, lebar sebesar 150 cm, <i>feed roll</i> sebesar 0%, dan <i>over feed</i> sebesar 8%. Sehingga dapat menurunkan kerugian sebesar 68,2%.
5.	Penelitian ini (2017)	<i>Taguchi</i> (ANOVA, <i>S/N Ratio</i>)	Mengidentifikasi faktor kontrol yang mempengaruhi kualitas batik cap serta menentukan <i>setting level optimal</i> agar batik cap memiliki ketahanan luntur warna terhadap gosokan yang baik sesuai SNI 8303:2016	Faktor optimal yang diperoleh dari penelitian ini adalah jenis kain rayon, jenis zat pewarna polkatif, jenis bahan pengunci <i>waterglass+rodicool</i> , komposisi bahan pengunci 1:1, jumlah pencelupan 3 kali, waktu pencucian 3 jam, dan jenis air sumur. Dengan menggunakan kombinasi level faktor tersebut diperoleh batik cap yang sesuai dengan standar SNI 8303:2016.

2.2 Batik

Menurut Musman dan Arini (2011), Batik merupakan salah satu budaya yang telah diwariskan oleh nenek moyang kita. Berdasarkan etimologi dan terminologinya, batik merupakan rangkaian kata yang terdiri dari *mbat* dan *tik*. *Mbat* yang berarti *ngembat* atau melempar berkali-kali, sedangkan *tik* berasal dari kata titik. Jadi membatik dapat diartikan sebagai melempar titik berkali-kali. Sedangkan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia batik memiliki arti kain bergambar yang pembuatannya secara khusus dilakukan dengan menuliskan atau menerakan malam pada kain, kemudian pengolahannya diproses dengan teknik tertentu.

Seni membatik mulai membudaya pada abad ke-12. Pada awalnya berkembang di Pulau Jawa, terutama di daerah Surakarta (Solo) dan Yogyakarta. Diperkirakan batik mulai dikenal luas pada abad ke-17. Semula batik ditulis dan dilukis pada daun lontar, dengan dominasi

bentuk binatang dan tanaman. Namun lambat laun muncul motif abstrak yang menyerupai awan, relief candi dan wayang beber.

Pada awalnya, batik merupakan kesenian gambar di atas kain yang dikhususkan untuk pakaian keluarga para raja Jawa dan para pengikutnya. Karena itu batik hanya dikerjakan terbatas dalam lingkungan keraton. Namun karena banyak pengikut raja bertempat tinggal di luar keraton, maka kesenian batik ini dibawa ke luar keraton dan dikerjakan di rumah masing-masing abdi dalem. Selanjutnya kesenian batik ini ditiru oleh rakyat terdekat dan meluas menjadi pekerjaan rumah tangga kaum wanita untuk mengisi waktu senggang.

Penggunaan batik sudah sangat populer sehingga menjadikan batik sebagai warisan budaya Indonesia. UNESCO mengukuhkan batik menjadi milik Indonesia sebagai warisan budaya pada tanggal 2 Oktober 2009 dan diperingati sebagai Hari Batik di Indonesia. Sejak pengukuhan ini, batik mulai berkembang pesat di seluruh Indonesia. Tidak hanya secara produksi saja namun juga dengan perkembangan motifnya. Banyak motif-motif baru dengan warna-warna yang lebih menarik. Apabila berdasarkan teknik pembuatannya batik dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu batik tulis, batik cap dan batik lukis.

2.3 Batik Cap

Batik cap merupakan suatu teknik pembuatan batik dengan menggunakan cap atau semacam stempel motif batik yang terbuat dari tembaga yang sudah dipola dan ditempelkan di atas kain yang telah disiapkan. Cap digunakan untuk menggantikan fungsi canting sehingga dapat mempersingkat waktu pembuatan. Bentuk pola pada kain batik cap selalu ada pengulangan yang jelas sehingga gambarnya terlihat berulang-ulang dengan bentuk yang sesuai, ukuran garis motif relatif besar dibandingkan dengan batik tulis. Warna dasar kain biasanya lebih tua dibandingkan dengan warna goresan motifnya. Hal ini disebabkan batik cap tidak melakukan penutupan pada bagian dasar motif yang lebih rumit seperti halnya yang biasa dilakukan pada proses batik tulis. Harga batik cap cukup murah karena dapat dibuat secara massal dalam waktu yang singkat (Lisbijanto, 2013).



Gambar 2.1 Batik cap
Sumber: Lisbijanto (2013)

Batik dahulu kebanyakan digunakan oleh kalangan terbatas saja (kerabat keraton) dan untuk acara tertentu harus menggunakan corak tertentu pula. Motif dari batik biasanya mengandung makna filosofis. Berikut merupakan gambar beberapa motif batik cap yang ada di Indonesia.



Gambar 2.2 Motif Batik cap
Sumber: Pratiwi (2013)

2.3.1 Bahan Pembuatan Batik Cap

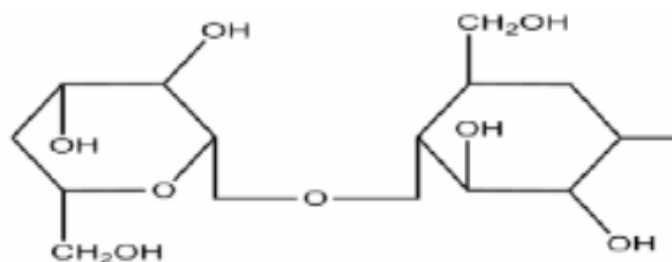
Berikut merupakan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan batik cap:

1. Kain

Kain merupakan jenis bahan tekstil yang diolah dengan cara menyilangkan benang lusi dan benang pakan. Serat tekstil dapat dikelompokkan berdasarkan atas serat alami dan serat buatan. Adapun jenis kain yang biasa digunakan dalam pembuatan batik adalah:

a. Kain katun

Katun merupakan salah satu jenis bahan baku industri tekstil yang terbuat dari jenis serat alam yang berasal dari tumbuhan. Katun bersumber dari serat kapas, dimana kandungan utamanya adalah selulosa. Adapun struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Struktur selulosa
Sumber: Manurang (2012)

Sifat kimia katun mirip sifat selulosa, serat katun akan mengembang dalam larutan alkali kuat. Adapun karakteristik kain katun menurut Noerati (2013) adalah:

- 1) Daya serap: hidrofilik atau kuat dalam keadaan basah, dapat menyerap air (higroskopis), *moisture regain*: 8,5%, tahan panas.

- 2) Elastisitas: kurang baik.
- 3) Kemuluran: mulur serat kapas rata-rata sekitar 7% dikarenakan kain katun memiliki ciri kainnya lembut.
- 4) Sifat kimia: tidak tahan terhadap asam yang kuat seperti alkali dan bahan kimia lain yang berlebihan.

b. Kain Rayon

Rayon viskosa terbuat dari bahan selulosa kayu cemara yang dimurnikan kemudian dengan natrium hidroksida diubah dengan selulosa alkali. Adapun karakteristik kain rayon menurut Atikasari (2005) adalah:

- 1) Daya serap: daya serap tinggi, daya tahan dan retensi bentuk rendah terutama dalam keadaan basah, *moisture regain*: 12-13%, kain rayon kekuatannya tidak berkurang apabila dijemur, tahan terhadap panas penyetrikaan
- 2) Elastisitas: kurang baik.
- 3) Kemuluran: kekuatan mulurnya 15% dalam keadaan kering dan 25% dalam keadaan basah.
- 4) Sifat kimia: tidak tahan terhadap larutan alkali pekat tetapi rayon tahan terhadap alkali encer, tidak tahan terhadap garam oleh karena itu apabila pencelupan menggunakan garam maka perlu dikurangi jumlahnya.

2. Zat Pewarna

Zat pewarna biasanya digunakan dalam proses pencelupan. Tidak semua jenis zat warna tekstil dapat digunakan untuk mewarnai batik. Syarat-syarat zat warna yang biasa digunakan yaitu:

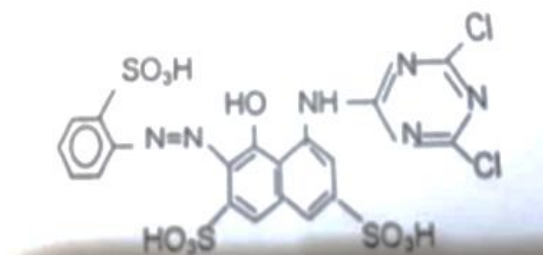
- a. Mudah larut dalam medium air
- b. Mempunyai afinitas terhadap serat
- c. Mempunyai tahan luntur warna yang baik
- d. Dapat diaplikasikan pada suhu dingin atau apabila memakai suhu panas tidak sampai melelehkan lilin
- e. Zat bantu pencelupannya tidak merusak malam (lilin) yang digunakan

Jenis zat pewarna yang biasa digunakan untuk mewarnai batik (Daranindra, 2010) adalah:

a. Zat warna reaktif

Zat warna reaktif umumnya dapat bereaksi dan mengadakan ikatan langsung dengan serat (ikatan kovalen) sehingga merupakan bagian dari serat tersebut. Salah satu zat warna reaktif yang saat ini sering digunakan dalam pewarnaan batik adalah

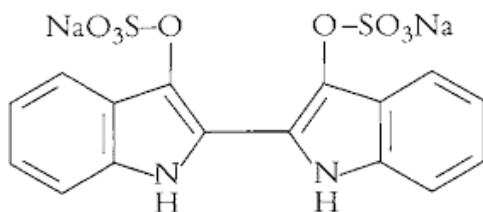
remazol. Zat pewarna ini memiliki sifat larut dalam air, mempunyai warna dengan ketahanan luntur yang baik karena mengadakan reaksi dengan serat selulosa, daya afinitasnya rendah. Zat warna reaktif merupakan golongan zat warna yang mempunyai gugus aktif, sehingga dengan bahan utama akan terjadi hubungan secara *chemical linkage*. Oleh karena itu hasil pencelupan zat warna reaktif mempunyai ketahanan cuci yang baik dan lebih kilap dari zat warna direk. Saat proses pencelupan reaksi fiksasi zat warna reaktif dengan serat terjadi simultan dengan reaksi hidrolisis antara zat warna dengan air.



Gambar 2.4 Struktur kimia zat warna reaktif
Sumber: STT Tekstil Bandung

b. Zat warna indigosol

Zat warna indigosol adalah jenis zat warna bejana yang larut dalam air, yaitu *leuco esier natrium* dari zat warna yang telah distabilkan. Zat warna ini terutama dipakai untuk mencelup bahan dari serat selulosa dan serat wol. Larutan zat warna ini merupakan suatu larutan berwarna jernih. Dalam proses pencelupannya perlu dibangkitkan warnanya dengan dioksidasi sehingga berubah menjadi bentuk yang tidak larut dan berwarna. Pada saat kain dicelupkan belum diperoleh zat warna yang diharapkan, namun setelah dimasukkan ke dalam larutan asam akan diperoleh warna yang dikehendaki. Indigosol memiliki rumus molekul $C_{16}H_{10}N_2Na_2O_8S_2$ dengan struktur kimia seperti gambar berikut.



Gambar 2.5 Struktur kimia zat warna indigosol
Sumber: Daranindra (2010)

3. Malam/lilin batik

Lilin batik adalah bahan yang dipakai untuk menutup permukaan kain menurut gambar motif, sehingga permukaan yang tertutup tersebut menolak warna yang diberikan pada kain tersebut. Ada beberapa macam kualitas malam atau lilin batik, kualitas ini

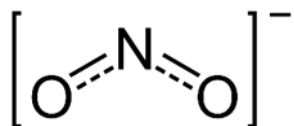
berpengaruh pada daya serap, warna pada mori, halusnya cairan dan sebagainya (Atikasari, 2005). Lapisan lilin akan membuat motif batik tetap terjaga setelah dilakukan proses pewarnaan pada kain batik. Malam dan pewarna pada dasarnya memiliki sifat yang saling bertolak belakang. Malam mengandung minyak sedangkan pewarna mengandung air, sehingga bagian-bagian tertentu yang diberi lapisan malam tidak bisa ditembus oleh zat pewarna.

4. Bahan Pengunci

Proses penguncian berfungsi untuk memperkuat warna, merubah zat warna sesuai dengan jenis logam yang mengikatnya serta untuk mengunci zat warna yang telah masuk ke dalam serat. Proses penguncian pada prinsipnya adalah mengkondisikan zat pewarna yang telah terserap dalam waktu tertentu agar terjadi reaksi antara bahan yang digunakan untuk fiksasi. Hal tersebut dilakukan agar tempat-tempat yang berwarna tidak tertutup warna lain sehingga pada warna putih akan tetap putih (Pujilestari, 2014). Bahan campuran pengunci yang biasa digunakan adalah:

a. HCl + nitrit

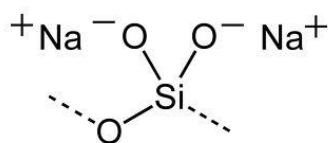
HCl merupakan senyawa asam kuat yang digunakan sebagai bahan oksidasi untuk mendapatkan warna yang diinginkan sedangkan nitrit (NO_2) memiliki gugus logam sebagai bahan pengikat warna ketika berikatan dengan molekul zat warna ukurannya membesar dan sulit keluar dari dalam serat. Jenis pengunci ini diperlukan untuk melakukan oksidasi, karena terdapat zat pewarna yang warnanya baru muncul setelah dioksidasi dengan menggunakan asam.



Gambar 2.6 Struktur nitrit

b. Waterglass + rodicool

Waterglass (Na_2SiO_3) yang memiliki gugus logam yang berikatan dengan molekul zat warna sehingga molekul zat warna ukurannya membesar dan sulit keluar dari dalam serat, sedangkan kostik (NaOH) sebagai bahan hidrolisis



Gambar 2.7 Struktur waterglass

2.3.2 Cara Pembuatan Batik Cap

Cara pembuatan batik pada dasarnya terdiri dari dua hal yaitu persiapan dan pekerjaan pokok dalam membatik yang dibahas sebagai berikut (Atikasari, 2005).

1. Persiapan, hal-hal yang perlu dipersiapkan dalam membatik meliputi:
 - a. Pemotongan kain, yaitu memotong kain gulungan berdasarkan pada ukuran yang telah ditentukan.
 - b. Mencuci atau ngetel, yaitu menghilangkan kanji untuk diganti dengan kanji ringan agar mempunyai daya serap yang lebih tinggi.
 - c. Menganji, yaitu menganji kain yang telah dicuci dengan kanji ringan agar lilin atau malam tidak meresap dalam kain dan lilin mudah dihilangkan atau dilorod.
 - d. Pengemplongan, yaitu meratakan kain yang siap untuk disimpan atau langsung dibatik.
2. Pekerjaan pokok membatik, meliputi:
 - a. Mengecap kain dengan cap lilin atau malam
 - 1) Mencap klowong, merupakan pelekatan lilin batik yang pertama. Lilin batik ini menjadi kerangka dari motif batik tersebut. Klowongan ini terdapat dua tingkat, pertama disebut ngengrengan yaitu klowongan pertama dan klowongan pada muka sebelahnya sebagai terusan klowongan pertama disebut nerusi.
 - 2) Nembok
Menembok yaitu kain ditutup setelah diklowong dengan lilin yang lebih kuat dan pada tempat-tempat tertutup warnanya tetap putih.
 - 3) Membironi atau menutup
Membironi bertujuan untuk tempat yang berwarna tidak tertutup warna lain.
 - 4) Cap jeblok
Cap jeblok, yaitu apabila pencapan batik tidak dibedakan atas lilin klowong dan lilin tembok tetapi disatukan dengan mengerjakan capnya sekaligus. Cap jeblok berarti menutup permukaan kain yang nantinya berwarna putih yang digunakan untuk membuat batik dengan proses lorodan.
 - b. Memberi warna kain, kain yang telah dicap sesuai dengan motif selanjutnya diberi pewarnaan. Macam-macam pewarnaan kain batik antara lain:
 - 1) Medel, pemberian warna biru tua pada kain setelah kain dicap. Bahan untuk medel yaitu zat warna indigo sintetis dan zat warna naphtol.

- 2) Celupan warna dasar, warna dasar meliputi warna hijau, merah, kuning, dan lain-lain. Agar warna dasar ini tidak tertindih dengan warna lainnya maka harus ditutup dengan lilin sesuai motif. Zat warna yang digunakan adalah zat yang ketahanannya baik terhadap pengaruh panas lilin batik.
 - 3) Menggadung, yaitu menyiram kain batik dengan larutan zat warna.
 - 4) Coletan atau dulitan, adalah memberi warna pada kain dengan larutan zat warna yang dilukiskan pada daerah yang dibatasi oleh garis-garis lilin.
- c. Menghilangkan lilin batik, dilakukan dengan melorod dimana lilin dihilangkan secara keseluruhan pada akhir proses pembatikan. Proses ini dikerjakan dengan air panas hingga lilin meleleh dan lepas dari kain.

2.3.3 Ciri, Syarat Mutu dan Metode Uji Batik Cap Sesuai SNI 8303:2016

SNI 8303:2016 dibuat sebagai standar batik cap yang berisi mengenai ciri, syarat mutu, dan metode uji yang berguna sebagai acuan untuk mengevaluasi kualitas produk batik cap oleh lembaga uji, juga menjadi referensi bagi pengrajin dan industri batik untuk selalu meningkatkan kualitas produk batik cap. Untuk keperluan penggunaan standar batik cap pada bahan kain batik, digunakan ciri-ciri batik cap seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2
Ciri Batik Cap

No	Parameter amatan	Ciri
1	Bau	Bau <i>malam</i>
2	Proses dan ciri fisik	a) <i>Raport</i> batik cap berulang secara sama dan atau ada pergeseran pada tiap pengulangannya b) Terdapat rembesan warna yang disebabkan ketidakteraturan pada pecahan <i>malam</i> dan pada tepi tapak <i>malam</i> c) Tapak <i>malam</i> pada bagian <i>terusan</i> tidak selalu tepat sama d) Jumlah, ukuran, jarak dan bentuk isen pada suatu bidang motif sama pada tiap pengulangannya e) Hasil proses remukan selalu diperoleh pecahan yang tidak teratur f) Hasil tembokan diperoleh pecahan tidak teratur g) Terdapat tapak penanda <i>teken</i> dengan atau tanpa <i>penitis</i>

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2016)

Adapun syarat mutu batik cap dapat dilihat pada Tabel 2.3 berdasarkan pada SNI 8303: 2016.

Tabel 2.3
Syarat Mutu Batik Cap

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	Keterangan
1.	Ciri batik cap	-	Memenuhi persyaratan ciri batik cap	Dapat dilihat pada Tabel 2.2
2.	Sobek	-	Tidak ada	
3.	Lubang	-	Tidak ada	

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	Keterangan
4.	Jumlah noda per meter persegi kain			
	- Diameter terpanjang noda $\leq 0,5$ cm	Buah	5	Maksimum
	- Diameter terpanjang noda $> 0,5$ cm	Buah	Tidak ada	
5.	Tahan luntur warna			
5.1	Pencucian			
	- Perubahan warna	-	4	Minimum
	- Penodaan warna	-	3-4	Minimum
5.2	Gosokan			
	- Kering	-	4	Minimum
	- Basah	-	4	Minimum
5.3	Keringat			
	- Perubahan warna	-	4	Minimum
	- Penodaan warna	-	4	Minimum
5.4	Cahaya	-	4	Minimum

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2016)

Untuk metode uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan batik cap prinsipnya adalah menguji perubahan warna masing-masing contoh uji dan penodaan dari *crocking cloth* dinilai dengan membandingkan terhadap skala abu-abu. Dimana untuk melakukan uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan pada batik cap menggunakan cara uji tahan luntur warna sesuai SNI ISO 105-X12:2012.

2.3.4 Uji Ketahanan Luntur Warna terhadap Gosokan SNI ISO 105-X12:2012

Pengujian ketahanan luntur warna terhadap gosokan berdasarkan pada SNI ISO 105-X12:2012, dimana setiap kain perlu diuji daya tahan gosoknya terutama kain hasil proses pencapan karena mengalami banyak gosokan seperti penyeterikaan dan gesekan dengan benda lain selama pemakaian baik dalam kondisi kering maupun basah. Pengujian ini dilakukan terhadap kain uji dengan cara basah dan kering. Pengujian ketahanan luntur warna terhadap gosokan dimaksudkan untuk menguji penodaan dari bahan berwarna pada kain yang disebabkan oleh gosokan dari segala macam serat, baik dalam bentuk benang maupun kain. Pengaruh gosokan tersebut diamati dalam keadaan kering maupun basah. Prinsip pengerjaannya yaitu menggosokkan kain putih kering maupun basah yang telah dipasang pada *Crockmeter* bersama contoh uji dengan ukuran tertentu. Selanjutnya, evaluasi dilakukan dengan melakukan perbandingan penodaan warna terhadap kain putih dengan menggunakan standar *Staining Scale*.

Peralatan dan bahan-bahan yang digunakan untuk melakukan pengujian ketahanan warna terhadap gosokan berdasarkan pada SNI ISO 105-X12:2012 adalah:

1. Alat-alat yang diperlukan adalah:

- a. *Crockmeter*, memiliki jari dengan garis tengah ($1,6 \pm 0,01$) cm yang bergerak 1 kali maju mundur sejauh ($10,4 \pm 0,3$) cm setiap kali putaran, dengan gaya tekanan pada kain sebesar (900 ± 20) gram.



Gambar 2.8 Crockmeter

Sumber: Laboratorium Evaluasi Tekstil Kimia STT Tekstil Politeknik Bandung

- b. *Staining Scale*, digunakan untuk melakukan evaluasi penodaan pada kain putih pada pengujian tahan luntur warna. Spesifikasi kalorimetrik yang tepat dari *staining scale* diberikan sebagai nilai yang tetap untuk membandingkan terhadap standar-standar yang mungkin telah berubah. Penilaian penodaan warna pada kain putih di dalam pengujian tahan luntur warna dilakukan dengan membandingkan perbedaan warna dari kain putih yang dinodai dan kain putih yang tidak dinodai, terhadap perbedaan yang digambar oleh *staining scale*.



Gambar 2.9 Staining scale

Sumber: Laboratorium Evaluasi Tekstil Kimia STT Tekstil Politeknik Bandung

Staining scale terdiri dari satu pasangan standar lempeng putih dan 8 pasang standar lempeng abu-abu dan putih dan setiap pasang mewakili perbedaan warna atau kontras warna sesuai dengan penilaian penodaan dengan angka. Berikut merupakan perubahan warna pada *staining scale* yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4
Penilaian Perubahan Warna pada *Staining Scale*

Nilai Tahan Luntur Warna	Perbedaan Warna (CIE; Lab)	Toleransi untuk Standar Kerja (CIE;l.a.b.)
5	0	$\pm 0,2$
4-5	2,2	$\pm 0,3$
4	4,3	$\pm 0,3$
3-4	6,0	$\pm 0,4$
3	8,5	$\pm 0,5$
2-3	12,0	$\pm 0,7$
2	16,9	$\pm 1,0$
1-2	24,0	$\pm 1,5$
1	34,1	$\pm 2,0$

Sumber: Atikasari (2005)

c. *Light box/colour matching cabinet*

Light box digunakan untuk mencocokkan perbedaan warna sebelum dan setelah dilakukan penggosokan berdasarkan pada *staining scale*.



Gambar 2.10 *Light Box/ Colour Matching Cabiner*

Sumber: Laboratorium Evaluasi Tekstil Kimia STT Tekstil Politeknik Bandung

2. Bahan-bahan yang diperlukan antara lain:

- Aquades/air suling, digunakan untuk membasahi kain penggosok.
- Kain penggosok kapas yang dikanji, dikelantang, tanpa penyempurnaan, potong menjadi 50 mm persegi (± 2 mm) dengan menggunakan kain berukuran (25 x 100) mm ± 2 mm.
- Kertas abrasif tahan air yang belakangnya lunak (kertas ampelas), atau kisi-kisi dari kawat baja tahan karat berdiameter 1 mm dan lebar jaring sekitar 20 mm.

Sebelum melakukan pengujian, perlu mengkondisikan contoh uji dan kain penggosok sekurang-kurangnya empat jam dalam suhu ruangan (20 ± 2)⁰C dan RH (65 ± 2)% dengan meletakkan setiap contoh uji dan setiap potong kain penggosok secara terpisah pada kasa atau rak berlubang-lubang. Untuk hasil terbaik, pengujian harus dilakukan dalam ruang standar untuk pengujian tekstil. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian ketahanan luntur warna terhadap gosokan:

1. Gosokan Kering

Prinsip gosokan kering adalah menguji perubahan warna masing-masing contoh uji dan penodaan dari *crocking cloth* dinilai dengan membandingkan terhadap skala abu-abu. Prosedur pengujian gosokan kering adalah:

- a. Letakkan kain penggosok yang telah dikondisikan.
- b. Ratakan sepanjang ujung jari dengan tenunan sejajar ke arah jari penggosok.
- c. Pada kecepatan satu putaran per detik, gosok maju dan mundur dalam garis lurus 20 kali di sepanjang jalur dengan panjang (104 ± 3) mm pada contoh uji kering atau 10 kali maju dan 10 kali mundur, dengan gaya ke bawah $(9 \pm 0,2)$ N.
- d. Ambil contoh uji dengan melakukan pengujian sebanyak 3 kali pada bagian yang berbeda.
- e. Evaluasi penodaan pada *crocking cloth* menggunakan skala abu-abu (*staining scale*). Lapsi bagian bawah kain penggosok dengan tiga lapis kain putih penggosok saat mengevaluasi. Hasil rata-rata evaluasi dari ketiganya merupakan hasil pengujian.

2. Gosokan Basah

Prinsip gosokan basah adalah menguji perubahan warna masing-masing contoh uji dan penodaan dari *crocking cloth* dinilai dengan membandingkan terhadap skala abu-abu. *Crocking cloth* yang dipakai dalam keadaan basah. Berikut merupakan prosedur uji gosokan basah:

- a. Letakkan kain penggosok dengan menimbang kain yang telah dikondisikan.
- b. Rendam kain dalam air suling secara menyeluruh dan timbang kembali untuk memastikan penyerapan air 95% sampai 100%, kemudian diletakkan di antara kertas saring. Sehingga kadar air dalam kain menjadi $65 \pm 5\%$ terhadap berat kain.
- c. Ratakan sepanjang ujung jari dengan tenunan sejajar ke arah jari penggosok.
- d. Pada kecepatan satu putaran per detik, gosok maju dan mundur dalam garis lurus 20 kali di sepanjang jalur dengan panjang (104 ± 3) mm pada contoh uji kering atau 10 kali maju dan 10 kali mundur, dengan gaya ke bawah $(9 \pm 0,2)$ N.
- e. Ambil contoh uji dengan melakukan pengujian sebanyak 3 kali dengan mengganti *crocking cloth*.
- f. Keringkan contoh uji dengan cara diangin-anginkan.
- g. Evaluasi penodaan pada *crocking cloth* menggunakan skala abu-abu (*staining scale*). Lapsi bagian bawah kain penggosok dengan tiga lapis kain putih penggosok

saat mengevaluasi. Hasil rata-rata evaluasi dari ketiganya merupakan hasil pengujian.

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan penodaan warna pada kain putih terhadap *staining scale*. Berikut merupakan tabel evaluasi tahan luntur warna terhadap angka-angka *staining scale* yang dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5

Evaluasi Tahan Luntur Warna

Nilai Tahan Luntur Warna	Evaluasi Tahan Luntur Warna
5	Baik Sekali
4-5	Baik
4	Baik
3-4	Cukup Baik
3	Cukup
2-3	Kurang
2	Kurang
1-2	Jelek
1	Jelek

Sumber: Atikasari (2005)

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Ketahanan Luntur Warna Batik Cap terhadap Gosokan

Luntur dapat diartikan sebagai hilang atau berkurangnya zat warna dari kain berwarna yang disebabkan oleh peristiwa-peristiwa atau proses kimia maupun fisika. Lunturnya zat warna mengakibatkan gradasi warna kain berubah atau memudar. Sedangkan ketahanan luntur warna mengarah pada kemampuan dari warna untuk tetap stabil dan tidak berubah. Proses lunturnya kain disebabkan oleh berbagai hal antara lain penggunaan zat warna yang tidak sesuai dengan jenis serat pada proses pewarnaan bahan tekstil, kurang sempurnanya proses pewarnaan, putusnya ikatan kimia antara serat dengan kromofora sehingga daya afinitasnya hilang dan lepasnya zat warna sisa yang tidak berikatan dengan serat atau hanya melekat pada permukaan serat saja (Atikasari, 2005). Tidak semua pengecapan dan pencelupan memiliki ketahanan luntur yang baik, sehingga perlu adanya pemilihan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas batik cap agar dapat tahan luntur. Berikut merupakan paparan para ahli mengenai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ketahanan luntur warna terhadap gosokan yang dijadikan sebagai referensi dalam penelitian ini:

a. Jenis Kain

Luthfianto dkk (2014) melakukan penelitian dengan metode *Taguchi* pada proses produksi batik tulis, salah satu faktor yang digunakan adalah variasi bahan kain batik yaitu menggunakan mori primis dan mori prmissima kupu. Pemilihan kedua jenis kain

batik tersebut didasarkan pada kesetaraan harga pada kondisi aktual serta diperkirakan akan terjadi peningkatan kualitas kain. Dimana faktor optimal yang diperoleh adalah menggunakan kain batik mori primissima kupu, *setting* faktor optimal yang diperoleh dapat meningkatkan kualitas ketahanan luntur warna batik tulis terhadap gosokan kering sebesar 10,12%. Menurut Atikasari (2005), terdapat 3 jenis kain batik yang diteliti yaitu kain sutera, rayon, dan mori primissima. Dari hasil penelitian tahan luntur warna batik cap terhadap gosokan kering pada jenis kain rayon dan sutera mempunyai perbedaan warna sebesar 1,5 CD, sedangkan pada mori primissima mempunyai perbedaan warna yang lebih kecil yaitu 0,8 CD. Sedangkan pada gosokan basah, jenis kain rayon dan mori primissima memiliki perbedaan warna 2,1 CD dan kain sutera memiliki perbedaan warna 1,5 CD. Sehingga, dari hasil analisis deskriptif terdapat perbedaan yang signifikan terhadap ketahanan luntur batik cap terhadap gosokan.

b. Zat Pewarna

Menurut Daranindra (2010), zat pewarna tekstil digolongkan menjadi 2 yaitu zat pewarna alam dan zat pewarna sintetis. Pada awalnya proses pewarnaan tekstil menggunakan zat warna alam. Namun, seiring dengan kemajuan teknologi, ditemukan berbagai zat warna sintesis yang digunakan pada pewarnaan tekstil. Zat warna alami diperoleh dari alam atau tumbuh-tumbuhan di bagian daun, buah, kulit kayu ataupun bunga. Sedangkan zat pewarna buatan/sintetis mudah diperoleh, stabil, dan praktis pemakaiannya. Zat warna ini merupakan turunan hidrokarbon aromatik seperti benzene, naftalena, toluena, dan lain sebagainya. Adapun zat warna yang biasa digunakan untuk mewarnai batik adalah:

- 1) Zat warna indigosol: zat warna bejana yang larut dalam air. Larutan zat warna ini merupakan suatu larutan berwarna jernih. Pada saat kain dicelupkan ke dalam larutan zat warna, belum diperoleh warna yang diharapkan. Setelah dimasukkan ke dalam larutan asam maka diperoleh warna yang dikehendaki.
- 2) Zat warna naftol/polkatif: zat warna yang tidak larut dalam air, untuk melarutkannya diperlukan zat pembantu kostik soda.
- 3) Zat warna remazol: zat warna ini memiliki sifat larut dalam air, mempunyai warna dengan ketahanan luntur yang baik, dan daya afinitasnya rendah.

c. Jenis Bahan Pengunci

Untuk memperoleh zat warna yang memiliki ketahanan luntur warna yang baik maka perlu dilakukan proses penguncian. Proses penguncian berfungsi untuk memperkuat warna, merubah zat warna sesuai dengan jenis logam yang mengikatnya serta untuk

mengunci zat warna yang telah masuk ke dalam serat. Proses penguncian pada prinsipnya adalah mengkondisikan zat pewarna yang telah terserap dalam waktu tertentu agar terjadi reaksi antara bahan yang digunakan untuk fiksasi. Hal tersebut dilakukan agar tempat-tempat yang berwarna tidak tertutup warna lain sehingga pada warna putih akan tetap putih (Pujilestari, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Rizky (2018) menggunakan *waterglass* + kostik, *waterglass* + *rodicool*, dan HCL + nitrit, dimana dari ketiga jenis pengunci tersebut dihasilkan bahwa *waterglass* + *rodicool* yang memberikan hasil optimal pada ketahanan luntur warna batik tulis.

d. Rasio bahan pengunci

Rasio bahan pengunci merupakan perbandingan komposisi antara zat pengunci dengan air yang sangat menentukan dalam proses pewarnaan batik. Karena pada tahap ini bertujuan agar zat pengunci dapat melapisi dan menahan zat warna pada kain batik sehingga tidak mengalami luntur (Rizky, 2018). Komposisi bahan pengunci sangat diperlukan, karena apabila komposisinya tidak sesuai akan mengakibatkan kerusakan pada kain batik.

e. Jumlah pencelupan

Menurut Jannah & Widowati (2012), proses pewarnaan kain batik dilakukan dengan pencelupan untuk memasukkan zat warna ke dalam serat-serat kain. Pencelupan awal sebaiknya menggunakan warna-warna dasar. Pada penelitian yang dilakukan, kain batik yang telah diberi motif dicelupkan dalam larutan zat warna dengan variasi pencelupan 1-6 kali, dimana setiap 1x pencelupan dilakukan selama 15 menit kemudian dikeringkan pada tempat yang teduh dan dicelup ke dalam zat pewarna lagi. Dari hasil penelitian yakni semakin banyak jumlah pencelupan maka warna yang dihasilkan semakin pekat atau tua. Namun, ketika pencelupan kelima dan keenam dihasilkan warna yang sama karena kain sudah tidak dapat menyerap zat pewarna lagi. Sehingga, pencelupan yang optimal diperoleh pada celupan ketiga dan keempat. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Zulfah (2013) melakukan pencelupan dengan waktu 30 menit, 40 menit dan 50 menit.

f. Waktu pencucian

Pencucian dilakukan dengan mencelupkan kain ke dalam air. Hal ini bertujuan untuk membasahi kain secara merata dan menghilangkan kotoran-kotoran kecil yang mengganggu kain serta menghilangkan sisa lunturan warna. Penelitian yang dilakukan oleh Zulfah (2013) menggunakan variasi waktu pencucian selama 0,5 jam; 0,75 jam;

dan 1 jam. Dimana, ketiga faktor tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kualitas kain.

g. Jenis air

Terdapat 2 jenis air yang digunakan yaitu air sumur dan air PDAM. Pada air PDAM mengandung tawas yang dapat digunakan untuk menjernihkan air, sedangkan air sumur mengandung kapur. Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Wijana dkk (2015) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi dan bahan fiksasi terhadap intensitas dan ketahanan luntur kain mori batik. Hasil penelitian tersebut menghasilkan bahwa dari hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan dan pencucian menunjukkan hasil yang terendah sampai terbesar yakni kapur, tohor, tunjung dan tawas.

h. Kelembapan udara

Kelembapan udara pada lingkungan kerja dapat mempengaruhi proses produk pembuatan batik. Dimana, kelembapan udara tidak dapat dikontrol (Jannah & Widowati, 2012).

i. Intensitas sinar matahari

Intensitas sinar matahari diperlukan saat melakukan proses pengeringan pada batik. Dimana cahaya diperlukan untuk mempercepat proses pengeringan yang dilakukan. Intensitas sinar matahari yang tidak selalu sama setiap harinya (Neliyanti & Idiawati, 2014).

j. Kecepatan pengadukan

Semakin besar kecepatan pengadukan maka interaksi antara pelarut dengan zat terlarut semakin besar sehingga hasil yang diperoleh akan semakin baik. Faktor kecepatan pengadukan dapat mempengaruhi rata atau tidaknya proses pewarnaan (Jannah & Widowati, 2012).

2.5 Kualitas

Kualitas merupakan aspek yang sangat penting bagi perkembangan perusahaan. Sebagian besar konsumen mulai menjadikan kualitas sebagai parameter utama dalam menjatuhkan pilihan terhadap suatu produk/jasa. Dimana produk dan jasa yang berkualitas adalah yang sesuai dengan yang diinginkan konsumennya, Berikut merupakan beberapa definisi kualitas menurut para ahli:

1. Menurut Taguchi, kualitas adalah untuk menghasilkan produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen berkaitan dengan umur produk atau jasa (Soejanto, 2009).
2. Perbendaharaan istilah ISO 8402 dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991): “Kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.”
3. Kualitas berarti kecocokan dengan penggunaannya. Istilah konsumen berlaku untuk banyak macam pemakai yang berbeda-beda. Pembeli produk yang digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan produk lain adalah seorang konsumen, untuk pengusaha ini kecocokan pengguna berarti kemampuan memproses bahan baku dengan biaya rendah dan sisa yang minimal. Pengecer membeli barang jadi dengan harapan barang dikemas, diberi etiket dan disusun secara baik untuk memudahkan penyimpanan dan pemajangan (Montgomery, 2009).

Berbagai definisi kualitas yang dinyatakan oleh para ahli memberikan suatu kesamaan, yakni kualitas adalah memenuhi kebutuhan pelanggan. Artinya, suatu barang atau jasa dinyatakan berkualitas apabila karakteristik barang atau jasa sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan pelanggan.

2.6 Desain Eksperimen

Menurut Sudjana (1995), desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan (dengan langkah tindakan yang betul-betul terdefinisikan) sedemikian sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang diteliti dapat dikumpulkan. Dengan kata lain, desain dalam sebuah eksperimen adalah langkah-langkah persiapan yang harus dilakukan sebelum eksperimen berjalan agar data yang diinginkan dapat diperoleh sehingga membawa kepada analisis objektif dan kesimpulan. Desain eksperimen haruslah efektif dan efisien. Sebaiknya bila sebuah desain eksperimen dibuat sesederhana mungkin sehingga eksperimen akan mudah dilaksanakan dan data yang diperoleh akan dapat cepat dianalisis serta bersifat ekonomis.

Desain eksperimen terdiri dari berbagai macam metode, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Desain Acak Sempurna
2. Desain Blok Lengkap Acak

3. Desain Blok Tak Lengkap Acak
4. Desain Bujursangkar *Latin*
5. Desain Bujursangkar *Graeco-Latin*
6. Desain Bujursangkar *Youden*
7. Desain Faktorial 2^k dan 3^k
8. Metode *Taguchi*

Dari beberapa desain eksperimen yang ada, metode *Taguchi* adalah suatu metodologi yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan dalam waktu yang bersamaan dapat menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Metode *Taguchi* mampu mengkombinasikan hasil eksperimen melalui *setting* faktor dan level yang optimal. Selain itu juga dapat mengurangi jumlah pelaksanaan percobaan jika dibandingkan dengan *full factorial* sehingga dapat menghemat waktu dan biaya.

2.7 Metode *Taguchi*

Metode *taguchi* dikembangkan oleh Genichi *Taguchi* dimana metode ini digunakan untuk memperbaiki penerapan *Total Quality Control* di Jepang. Metode *taguchi* merupakan suatu metodologi dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Sasaran metode *taguchi* adalah menjadikan produk kokoh (*robust*) terhadap *noise*, karena itu sering disebut *Robust Design* (Soejanto, 2009). Metode *taguchi* termasuk salah satu metode *off-line quality control*, artinya pengendalian kualitas yang preventif untuk desain produk atau proses sebelum sampai pada tingkat *shop floor* dan juga dilakukan pada saat awal dalam *life cycle product* yaitu perbaikan pada awal untuk menghasilkan produk.

Penggunaan *taguchi off-line* efektif untuk mengadakan perbaikan kualitas dan pengurangan biaya, perbaikan dalam pembuatan produk, serta pengurangan biaya pengembangan produk. Kegiatan *off line quality control* berusaha untuk meminimalkan penyimpangan produk dari karakteristik kualitas yang telah ditetapkan sehingga ketika sampai pada konsumen produk benar-benar layak digunakan karena sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan (Ariani, 2004). Tujuan ini dapat tercapai jika organisasi manufaktur mampu mengidentifikasi adanya faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik kualitas dengan menyesuaikan faktor-faktor tersebut pada tingkat atau level yang sesuai (Belavendram, 1995).

Menurut Soejanto (2009) filosofi *taguchi* terhadap kualitas terdiri dari tiga konsep, yaitu:

1. Kualitas harus didesain ke dalam produk dan bukan sekedar memeriksanya.
2. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target. Produk harus didesain sehingga kokoh (*robust*) terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
3. Kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

2.8 Langkah-Langkah Metode *Taguchi*

Eksperimen menggunakan metode *taguchi*, harus memperhatikan beberapa langkah yang merupakan kunci pokok keberhasilan eksperimen. Langkah-langkah desain eksperimen *taguchi* adalah (Soejanto, 2009):

1. Mendefinisikan permasalahan yang akan dipecahkan
Mendefinisikan permasalahan yang dihadapi dengan sejelas mungkin agar dapat dilakukan suatu upaya perbaikan dari masalah yang dihadapi.
2. Menentukan tujuan penelitian
Untuk menentukan tujuan penelitian diperlukan identifikasi mengenai karakteristik kualitas serta tingkat performansi dari suatu eksperimen.
3. Menentukan metode pengukuran
Menentukan bagaimanakah parameter-parameter yang diamati, bagaimana pengukurannya, dan peralatan-peralatan yang diperlukan dalam eksperimen.
4. Mengidentifikasi faktor-faktor
Identifikasi faktor yaitu melakukan pendekatan yang sistematis dengan tujuan menemukan penyebab dari permasalahan yang dihadapi.
5. Memisahkan faktor *control* dan faktor *noise*
Untuk memulai melakukan desain eksperimen *taguchi*, seharusnya mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas, dimana faktor-faktor tersebut dibagi menjadi dua jenis faktor yaitu faktor kontrol dan faktor gangguan (*noise*). Faktor kontrol adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan. Sedangkan faktor *noise* adalah faktor yang nilainya tidak bisa kita atur atau kendalikan, walaupun dapat kita atur namun biayanya mahal.
6. Menentukan jumlah level dan nilai level faktor
Penentuan level dari faktor dilihat dari jumlah derajat kebebasan yang digunakan sebagai pemilihan *orthogonal array* dalam eksperimen. Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil eksperimen dan biaya pelaksanaan eksperimen. Semakin

banyak level yang diteliti maka hasil eksperimen lebih teliti karena data yang diperoleh lebih banyak.

7. Mengidentifikasi faktor yang mungkin berinteraksi

Suatu interaksi terjadi apabila pengaruh dari suatu faktor tergantung dari level faktor yang lainnya.

8. Menggambar *linier graf* yang diperlukan untuk faktor *control* dan interaksi

Menentukan penempatan faktor-faktor serta interaksi yang mungkin digunakan pada kolom-kolom dalam *orthogonal array*. *Taguchi* sudah menentukan *linier graf* yang digunakan untuk mempermudah pengaturan faktor-faktor dari interaksi.

9. Pemilihan *Orthogonal Array*

Dalam pemilihan *orthogonal array* yang sesuai tergantung dari nilai faktor dan interaksi yang diharapkan serta nilai level dari tiap faktor. Derajat kebebasan berguna untuk menentukan *orthogonal array* mana yang digunakan pada eksperimen.

10. Memasukkan faktor atau interaksi ke dalam kolom

Untuk memudahkan di kolom mana saja diletakkan interaksi faktor pada setiap matriks ortogonal, *taguchi* menyediakan dua alat yaitu dapat menggunakan grafik linier dan tabel triangular.

a. Grafik Linier

Grafik linier adalah representasi grafik dari informasi interaksi dalam suatu matriks eksperimen, yang terdiri dari ‘titik’ dan ‘garis’. Setiap titik pada grafik linier mewakili suatu faktor utama dan garis yang menghubungkan dua titik menggambarkan interaksi antar dua faktor utama yang bersangkutan.

b. Tabel Triangular

Tabel triangular memuat seluruh kemungkinan dan kolom-kolom interaksi untuk setiap tabel *orthogonal array*.

11. Pelaksanaan Eksperimen

Sejumlah percobaan disusun untuk meminimasi kesalahan yang mungkin terjadi pada penyusunan level yang tepat untuk eksperimen.

12. Analisa Hasil Eksperimen

Menganalisa hasil eksperimen yang telah dilakukan menggunakan ANOVA. Ada beberapa hal yang dilakukan pada tahap ini, yaitu:

a. *Pooling* faktor

Metode yang dilakukan apabila faktor yang diamati tidak signifikan secara statistik setelah pengujian signifikansi.

b. Persen kontribusi

Bagian dari total variasi yang diamati pada eksperimen dari masing-masing faktor yang signifikan pada metode *taguchi* dinyatakan dalam persen kontribusi. Menandakan kekuatan relatif dari suatu faktor untuk mereduksi variasi.

c. *Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)*

Penggunaan rasio S/N untuk meneliti pengaruh faktor *noise* terhadap variasi yang timbul. Rasio S/N terdiri dari tiga karakteristik kualitas yaitu *smaller-the-better*, *nominal-the-best*, dan *larger-the-better*.

13. Pemilihan level faktor untuk kondisi optimal

Jika eksperimen terdiri dari beberapa faktor dan tiap faktor terdiri dari beberapa level faktor, maka pemilihan kontribusi level yang optimal adalah dengan membandingkan nilai perbedaan rata-rata eksperimen dari level yang ada.

14. Perkiraan rata-rata pada kondisi optimal

Setelah mendapatkan kondisi yang optimal dari eksperimen dengan *orthogonal array* maka dapat diperkirakan rata-rata proses untuk prediksi kondisi yang optimal. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jumlah pengaruh dari ranking faktor yang lebih tinggi.

15. Pelaksanaan Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi adalah percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat. Eksperimen ini dimaksudkan agar faktor dan level yang diinginkan memberikan hasil yang diharapkan.

2.9 Karakteristik Kualitas

Menurut (Soejanto, 2009), karakteristik kualitas dapat dikelompokkan berdasarkan nilai target, berikut merupakan nilai targetnya.

1. *Nominal-the-best*

Karakteristik kualitas *nominal the best* adalah karakteristik terukur dengan nilai target yang ditentukan secara spesifik. Nilai tersebut dapat positif maupun negatif.

2. *Smaller-the-better*

Karakteristik kualitas *smaller the better* adalah karakteristik terukur non-negatif yang mempunyai kondisi ideal atau nilai target nol (0).

3. *Larger-the-better*

Karakteristik *larger the better* adalah karakteristik terukur non-negatif yang mempunyai kondisi ideal atau nilai target *infinitive* (tak terbatas).

4. *Signed target*

Karakteristik kualitas *signed target* adalah karakteristik terukur yang mempunyai kondisi ideal atau nilai target nol (0). Hal ini berbeda dengan *smaller the better* dimana karakteristik kualitas *signed target* dapat mempunyai nilai yang negatif.

5. *Classified attribute*

Karakteristik kualitas *classified attribute* bukan merupakan variabel kontinyu tetapi dapat diklasifikasikan menjadi skala diskrit. Karakteristik ini berdasarkan pada penilaian subyektif misalnya baik atau buruk.

Tabel 2.6 berikut ini merupakan klasifikasi karakteristik kualitas.

Tabel 2.6

Klasifikasi Karakteristik Kualitas

Karakteristik	Target	Contoh
<i>Nominal-the-best</i>	Tertuju pada nilai tertentu	<i>Voltage</i>
<i>Smaller-the-better</i>	Sekecil mungkin (nol). Semakin kecil, maka semakin baik	Keausan alat, kekasaran permukaan, persentase kecacatan
<i>Larger-the-better</i>	Sebesar mungkin (∞). Semakin besar, semakin baik	Kekuatan las, keiritan bahan baku, kuat tarik
<i>Signed target</i>	Nol	<i>Residual carrant</i>
<i>Classified attribute</i>	-	Cacat atau tidak cacat

Sumber: Soejanto (2009)

2.10 Klasifikasi Parameter

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik kualitas antara lain (Soejanto, 2009):

1. Faktor Gangguan (*Noise Factor*)

Faktor gangguan adalah suatu parameter yang menyebabkan penyimpangan karakteristik kualitas dari nilai targetnya. Faktor gangguan dapat menyebabkan pengaruh pada karakteristik secara tidak terkendali dan sulit diprediksi. Faktor gangguan biasanya sulit, mahal, dan tidak menjadi sasaran pengendalian. Tetapi untuk tujuan eksperimen, faktor gangguan perlu dikendalikan dalam skala kecil.

2. Faktor Kontrol (*Control Factor*)

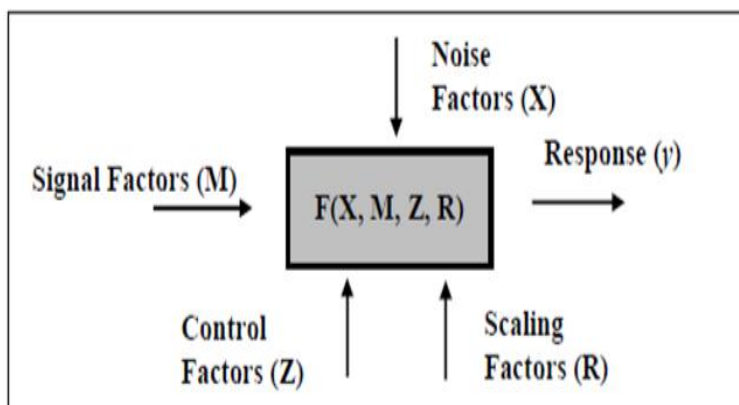
Faktor kontrol adalah parameter-parameter yang nilai-nilainya ditentukan oleh ahli teknik. Faktor-faktor kontrol dapat mempunyai nilai satu atau lebih yang disebut level. Pada akhir eksperimen, suatu level faktor kontrol yang sesuai dipilih. Salah satu aspek dari perancangan kokoh adalah mencari kondisi level optimal untuk faktor kontrol sehingga karakteristik kualitas tidak sensitif terhadap gangguan. Contoh faktor kontrol yaitu jenis bahan baku, gaya dan temperatur.

3. Faktor Signal (*Signal Factor*)

Faktor signal adalah faktor-faktor yang mengubah nilai-nilai karakteristik kualitas yang sebenarnya diukur. Karakteristik kualitas dalam perancangan eksperimen dimana faktor signal mempunyai nilai konstan (dalam hal ini tidak dimasukkan sebagai faktor) disebut karakteristik statis. Jika faktor signal dapat mengambil banyak nilai, karakteristik mempunyai sifat dinamik. Faktor signal tidak ditentukan oleh ahli teknik, tetapi oleh konsumen berdasarkan hasil yang diinginkan.

4. Faktor Skala (*Scalling Factor*)

Faktor skala digunakan untuk mengubah rata-rata level karakteristik kualitas untuk mencapai hubungan fungsional yang diperlukan antara faktor signal dengan karakteristik kualitas. Faktor skala disebut juga faktor penyesuaian. Penyesuaian yang dilakukan biasanya berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.



Gambar 2.11 Klasifikasi parameter
Sumber: Belavendram (1995)

2.11 Orthogonal Array

Orthogonal array atau matriks ortogonal merupakan suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Kolom merupakan faktor dalam eksperimen yang dapat diubah. Baris merupakan kombinasi level dari faktor dalam eksperimen. Menurut Soejanto (2009), matriks disebut ortogonal karena level-level dari faktor berimbang dan dapat dipisahkan dari pengaruh faktor lain dalam eksperimen. Jadi matriks ortogonal adalah matriks seimbang dari faktor dan level sedemikian hingga pengaruh suatu faktor atau level tidak baur dengan pengaruh faktor atau level yang lain.

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk memilih *orthogonal array* yang sesuai dengan eksperimen adalah sebagai berikut:

Contoh *orthogonal array* pada desain eskperimen *taguchi* dapat dilihat pada Tabel 2.8

Tabel 2.8

Orthogonal Array $L_8(2^7)$

Exp	Faktor						
	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	2	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

Sumber: Soejanto (2009)

Dari matriks pada Tabel 2.8, dapat disajikan sebuah tabel *orthogonal array* untuk jumlah faktor dan level faktor tertentu yang disajikan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9

Orthogonal Array

Matriks Orthogonal	Jumlah Faktor	Jumlah Level
$L_4(2^3)$	3	2
$L_8(2^7)$	7	2
$L_{12}(2^{11})$	11	2
$L_{16}(2^{15})$	15	2
$L_{32}(2^{31})$	31	2
$L_9(3^4)$	4	3
$L_{18}(2^1, 3^7)$	1 dan 7	2 dan 3
$L_{27}(3^{13})$	13	3
$L_{16}(4^5)$	5	4
$L_{32}(2^1, 4^9)$	1 dan 9	2 dan 4
$L_{64}(4^{22})$	21	4

Sumber: Ranjit (1990)

2.11.1 Derajat Bebas (*Degree of Freedom*)

Derajat bebas merupakan banyaknya perbandingan yang harus dilakukan antar level-level faktor (efek utama) atau interaksi yang digunakan untuk menentukan jumlah percobaan minimum yang dilakukan. Perhitungan derajat bebas dilakukan agar diperoleh suatu pemahaman mengenai hubungan antara suatu faktor dengan level yang berbeda-beda terhadap karakteristik kualitas yang dihasilkan. Perbandingan ini sendiri memberikan informasi tentang faktor dan level yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap karakteristik kualitas (Soejanto, 2009).

$$db = n(r - 1) \quad (2-5)$$

Sumber: Soejanto (2009)

Keterangan:

db = derajat bebas

n = jumlah percobaan

r = jumlah ulangan

2.12 Analysis of Variance (ANOVA)

Analysis of Variance biasa disebut dengan analisis ragam, yaitu suatu metode untuk menguraikan keragaman total menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman. Didalam analisis ini kita selalu mengasumsikan bahwa contoh acak yang dipilih berasal dari populasi yang normal dengan ragam yang sama, kecuali bila contoh yang dipilih cukup besar, asumsi tentang distribusi normal tidak diperlukan lagi. Analisis ragam (*Analysis of Variance*, ANOVA) memperluas pengujian kesamaan dari dua nilai rata-rata menjadi kesamaan beberapa nilai rata-rata secara simultan (Wibisono, 2005).

Menurut Belavendram (1995), analisis variansi (ANOVA) merupakan suatu metode pengambilan keputusan berdasarkan informasi statistik untuk mengetahui perbedaan hasil dari suatu perlakuan. Jenis data atribut persentase cacat dapat dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance for Attribute Data*. Sedangkan untuk jenis data hasil pengukuran dapat dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance for Variable Data*. Penggunaan ANOVA pada metode *taguchi* adalah digunakan sebagai metode statistik untuk menginterpretasikan data-data hasil eksperimen. Langkah-langkah perhitungan analisis variansi dengan metode *taguchi* adalah (Soejanto, 2009):

1. Membuat Tabel Data Variabel

Berikut ini adalah tabel data variabel yang ditampilkan pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10

Tabel Data Variabel

Exp	A	B	...	Replikasi 1	Replikasi 2	...	Total
1							
2							
K							

Sumber: Belavendram (1995)

2. Jumlah Kuadrat Total (SST)

$$SST = \sum y^2 \quad (2-6)$$

Sumber: Belavendram (1995)

Dimana, y adalah data pada setiap replikasi

3. Jumlah kuadrat rata-rata (*SSmean*)

$$SS_{mean} = n \cdot \bar{y}^2 \quad (2-7)$$

Sumber: Belavendram (1995)

dimana:

n adalah total seluruh data replikasi.

4. Jumlah Kuadrat Faktor (SS_A , SS_B , dst)

Sebelum menghitung Jumlah Kuadrat Faktor, langkah awal yaitu membuat tabel respon untuk faktor. *Response Table of Factor Effects* dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11

Response Table of Factor Effects

<i>Class</i>		A	B	C	N
(I)	Level 1				
	Level 2				
	Level k				

Sumber: Belavendram (1995)

$$SS_A = \left((\bar{A1})^2 \times n1 \right) + \left((\bar{A2})^2 \times n2 \right) + \dots + \left((\bar{Ai})^2 \times ni \right) - SS_{mean} \quad (2-8)$$

Sumber: Belavendram (1995)

5. Jumlah Kuadrat Error (SE)

$$SSE = SST - SS_{mean} - SS_A - SS_B - SS_n \quad (2-9)$$

Sumber: Soejanto (2009)

6. Membuat Tabel ANOVA

Tabel 2.12

Contoh Tabel ANOVA

<i>Source</i>	<i>Sq</i>	<i>V</i>	<i>Mq</i>	<i>F-Ratio</i>
<i>Mean</i>				
<i>Factor A</i>				
<i>Factor n</i>				
<i>Error</i>				
<i>Total</i>				

Sumber: Belavendram (1995)

7. Menghitung Derajat Kebebasan Faktor

$$v = (\text{number of levels} - 1) \quad (2-10)$$

Sumber: Belavendram (1995)

8. Menghitung Derajat Kebebasan Total

$$v_T = (\text{number of experiments} - 1) \quad (2-11)$$

Sumber: Belavendram (1995)

9. Menghitung Rata-rata Jumlah Kuadrat (MS)

$$MS = \frac{SS}{v} \quad (2-12)$$

Sumber: Belavendram (1995)

Perhitungan MS tidak dilakukan pada Jumlah kuadrat total pada tabel ANOVA.

10. Menghitung Rasio (*F-Ratio*)

$$F \text{ ratio} = \frac{\text{Ms pada masing-masing faktor}}{\text{Ms Error}} \quad (2-13)$$

Sumber: Soejanto (2009)

11. Menghitung SS' Pada masing-masing faktor

$$SS' \text{ faktor} = SS \text{ faktor} - (v \text{ faktor} \times MS \text{ error}) \quad (2-14)$$

Sumber: Soejanto (2009)

12. Menghitung Rho% (Persentase Rasio Akhir) pada masing-masing faktor

$$\text{Rho\% A} = \frac{SSA'}{SST} \quad (2-15)$$

Sumber: Soejanto (2009)

2.13 Strategi *Pooling Up*

Strategi *pooling up* dirancang *taguchi* untuk mengestimasi variansi error pada analisis varians. Sehingga estimasi yang dihasilkan lebih baik, karena strategi ini mengakumulasi beberapa variansi error dari beberapa faktor yang kurang berarti. Strategi ini menguji F efek kolom terkecil terhadap yang lebih besar berikutnya untuk melihat kesignifikannya. Dalam hal ini jika tidak ada rasio F signifikan yang muncul maka kedua efek tersebut *dipooling* untuk menguji kolom yang lebih besar berikutnya sampai rasio F yang signifikan muncul. Strategi *pooling up* cenderung memaksimalkan jumlah kolom yang dipertimbangkan signifikan. Dengan keputusan signifikan faktor-faktor tersebut digunakan dalam putaran percobaan selanjutnya atau dalam desain produk/proses (Soejanto, 2009).

2.14 *Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)*

Metode *taguchi* telah mengembangkan konsep S/N (*Rasio Signal-to-Noise*) untuk eksperimen yang melibatkan banyak faktor. Eksperimen yang demikian sering disebut eksperimen faktor ganda. Rasio S/N diformulasikan sedemikian hingga peneliti selalu dapat memilih nilai level faktor terbesar untuk mengoptimalkan karakteristik kualitas dari eksperimen. Jadi, metode perhitungan S/N tergantung pada karakteristik kualitas, apakah responnya semakin kecil, semakin besar atau tertuju pada nilai tertentu (Soejanto, 2009).

Tujuan dari S/N Rasio adalah untuk meminimalkan sensitivitas karakteristik kualitas terhadap faktor gangguan. Rasio S/N merupakan rancangan untuk transformasi pengulangan data ke dalam suatu nilai yang merupakan ukuran variasi yang timbul (Soejanto, 2009). Penggunaan rasio S/N untuk mengetahui level faktor mana yang berpengaruh pada hasil eksperimen. Pada penelitian ini karakteristik dari S/N rasio yang digunakan yaitu *larger the better*. Karakteristik kualitasnya adalah kontinyu dan non negative serta dapat diambil nilai dari 0 sampai ∞ . Nilai targetnya tidak nol, idealnya sebesar mungkin. Permasalahan ini juga dikarakterisir oleh tidak adanya faktor skala atau faktor penyesuaian lain (Setyanto & Lukodono, 2017). Faktor obyektif yang akan dimaksimalkan dalam hal ini diberikan oleh:

$$\eta = -10 \log_{10} [\text{MSD}] \quad (2-16)$$

Sumber: Setyanto & Lukodono (2017)

$$\eta = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \quad (2-17)$$

Sumber: Setyanto & Lukodono (2017)

Dan kerugian yang diterima oleh masyarakat adalah:

$$\text{Kerugian} = k [\text{MSD}] \quad (2-18)$$

Sumber: Setyanto & Lukodono (2017)

$$\text{Kerugian} = k \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \quad (2-19)$$

Sumber: Setyanto & Lukodono (2017)

2.15 Interval Kepercayaan (*Confidence Interval*)

Interval kepercayaan merupakan nilai maksimum dan minimum dimana diharapkan nilai rata-rata sebenarnya tetap tercakup dengan beberapa persentase kepercayaan tertentu (Soejanto, 2009). Ketika menyatakan sebuah nilai kepercayaan untuk suatu interval kepercayaan, pelaku percobaan menyatakan bahwa nilai rata-rata sebenarnya jatuh di dalam batas-batas yang ditetapkan. Ada tiga jenis interval kepercayaan yang berbeda bergantung pada sasaran dari estimasi, yaitu:

1. Di sekitar nilai rata-rata untuk kondisi perlakuan tertentu di dalam eksperimen yang ada.
2. Di sekitar estimasi nilai rata-rata dari kondisi perlakuan yang diperkirakan dari eksperimen.
3. Di sekitar nilai estimasi rata-rata dari kondisi perlakuan yang digunakan di dalam eksperimen konfirmasi untuk memperjelas perkiraan.

Berikut merupakan perhitungan untuk interval kepercayaan.

1. Interval Kepercayaan untuk Perkiraan Rata-rata

$$\mu_{\text{predicted}} = \bar{y} + (\text{faktor terpilih } 1 - \bar{y}) + \dots + (\text{faktor terpilih } n - \bar{y}) \quad (2-20)$$

Sumber: Belavendram (1995)

$$CI = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times V_e \times \left[\frac{1}{n_{\text{eff}}} \right] \right)} \quad (2-21)$$

Sumber: Belavendram (1995)

$$n_{\text{eff}} = \frac{\text{total number of experiments}}{\text{sum of degrees of freedom used in estimate of mean}} \quad (2-22)$$

Sumber: Belavendram (1995)

$$\mu_{\text{predicted}} - CI \leq \mu_{\text{predicted}} \leq \mu_{\text{predicted}} + CI \quad (2-23)$$

Sumber: Belavendram (1995)

Dimana:

\bar{y} = rata-rata nilai hasil dari faktor yang terpilih setelah *pooled*

$F_{\alpha, v1, v2}$ = Nilai *F-Ratio* dari tabel

A = Resiko, level kepercayaan = 1 – resiko

V_1 = derajat kebebasan untuk pembilang yang berhubungan dengan suatu rata-rata dan selalu sama dengan 1 untuk suatu interval kepercayaan

V_2 = Derajat kebebasan untuk penyebut yang berhubungan dengan derajat kebebasan dari variansi *pooled error*

V_e = Variansi *pooled error*

2. Interval Kepercayaan untuk Eksperimen Konfirmasi

$$CI = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times V_e \times \left[\frac{1}{n_{\text{eff}}} + \frac{1}{r} \right] \right)} \quad (2-24)$$

Sumber: Belavendram (1995)

$$\mu_{\text{confirmation}} - CI \leq \mu_{\text{confirmation}} \leq \mu_{\text{confirmation}} + CI \quad (2-25)$$

Sumber: Belavendram (1995)

Dimana:

$\frac{1}{r}$ = jumlah replikasi yang dilakukan saat uji konfirmasi

2.16 Eksperimen Konfirmasi

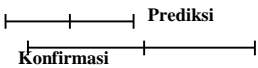
Menurut Soejanto (2009), eksperimen konfirmasi adalah percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat. Tujuan eksperimen konfirmasi adalah untuk melakukan validasi terhadap kesimpulan yang diperoleh selama tahap analisa. Hal ini perlu dilakukan apabila menggunakan percobaan pemeriksaan dengan resolusi rendah dan berbentuk faktorial fraksional. Eksperimen konfirmasi juga bertujuan melakukan pengujian kombinasi faktor dan level ini (Soejanto, 2009). Langkah-langkah eksperimen konfirmasi yaitu:

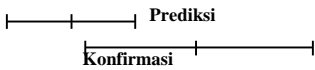
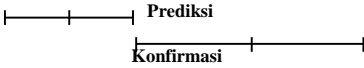
1. Merancang kondisi optimum untuk faktor dan level signifikan.
2. Membandingkan rata-rata dan variasi hasil percobaan konfirmasi dengan rata-rata dan variasi yang diharapkan.

Eksperimen konfirmasi dinyatakan berhasil apabila terjadi perbaikan dari hasil proses yang ada (setelah eksperimen *taguchi* dilakukan) dan hasil dari eksperimen konfirmasi dekat dengan nilai yang diprediksi. Berikut merupakan penjelasan dari interval kepercayaan untuk rata-rata prediksi optimum dan eksperimen konfirmasi yang ditunjukkan pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13

Perbandingan Selang Kepercayaan untuk Rata-Rata Prediksi dan Eksperimen Konfirmasi

Kondisi	Perbandingan	Keputusan
A		Diterima

Kondisi	Perbandingan	Keputusan
B		Diterima
C		Ditolak

Sumber: Belavendram (1995)

Tabel 2.13 menunjukkan kondisi bahwa ketika selang kepercayaan prediksi dan konfirmasi berhimpitan/beririsan (kondisi A dan B) maka eksperimen dapat diterima, akan tetapi ketika selang kepercayaan prediksi dan konfirmasi tidak berhimpitan/beririsan (kondisi C) maka eksperimen tidak dapat diterima.

Halaman ini sengaja dikosongkan